

09/806345

JC03 Rec'd PCT/PTO 29 MAR 2001

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Inventors: Bruno DUCHENNE et al.

Application No.: New Patent Application

Filed: March 29, 2001

For: ELECTROMAGNETIC PULSE TRAIN GENERATION FOR  
TESTING OPTICAL FIBRES

CLAIM FOR PRIORITY

Honorable Commissioner of  
Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

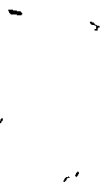
Sir:

The benefit of the filing date of the following prior  
foreign application filed in the following foreign country is  
hereby requested for the above-identified application and the  
priority provided in 35 USC 119 is hereby claimed:

French Appln. No.98/12601, Filed October 8, 1998.

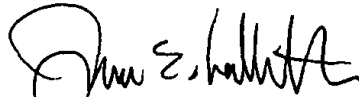
The International Bureau received the priority document  
within the time limit, as evidenced by the attached copy of the  
PCT/IB/304.

#4  
20 SEP 01  
R. Talbot



It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 USC 119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,



James E. Ledbetter  
Registration No. 28,732

Date: March 29, 2001

JEL/clw

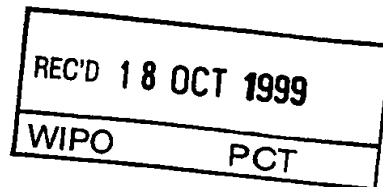
Attorney Docket No. L7307.01106

STEVENS, DAVIS, MILLER & MOSHER, L.L.P.  
1615 L Street, NW, Suite 850  
P.O. Box 34387  
Washington, DC 20043-4387  
Telephone: (202) 785-0100  
Facsimile: (202) 408-5200





PCT / FR 99 / 0 2 4 0 0



# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **27 SEP. 1999**

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS Cédex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04  
Télécopie : 01 42 93 59 30



---

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☐

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réservé à l'INPI

<b>DATE DE REMISE DES PIÈCES</b> 08 OCT. 1998 <b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b> 98 12601- <b>DÉPARTEMENT DE DÉPÔT</b> 75 <b>DATE DE DÉPÔT</b> 08 OCT. 1998		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE  <b>CABINET BONNETAT</b> <b>29, Rue de Saint-Pétersbourg</b> <b>75008 PARIS</b>									
<b>2 DEMANDE</b> Nature du titre de propriété industrielle <input checked="" type="checkbox"/> brevet d'invention <input type="checkbox"/> demande divisionnaire <input type="checkbox"/> certificat d'utilité <input type="checkbox"/> transformation d'une demande de brevet européen <input type="checkbox"/> demande initiale <input type="checkbox"/> brevet d'invention		n° du pouvoir permanent <b>ON-2079</b> références du correspondant <b>01 42 93 66 65</b> téléphone date									
<b>Établissement du rapport de recherche</b> <input type="checkbox"/> différé <input checked="" type="checkbox"/> immédiat Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Titre de l'invention (200 caractères maximum)  <b>Dispositif d'émission d'impulsions électromagnétiques et système et procédé de test d'éléments à fibres optiques</b>											
<b>3 DEMANDEUR (S)</b> n° d'IN 7.7.5.7.2.2.8.7.9 Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination 2/572097514 1/ ONERA (Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales) 2/ AEROSPATIALE SOCIÉTÉ NATIONALE INDUSTRIELLE		code APE-NAF  Forme juridique 1/ Etablissement public à caractère Industriel et Commercial 2/ Société Anonyme									
Nationalité (s) toutes deux de nationalité française Adresse (s) complète (s) 1/ 29, Avenue de la Division Leclerc - 92320 CHATILLON 2/ 37, Boulevard de Montmorency - 75016 PARIS		Pays FRANCE FRANCE									
En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre <input type="checkbox"/>											
<b>4 INVENTEUR (S)</b> Les inventeurs sont les demandeurs <input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non Si la réponse est non, fournir une désignation séparée											
<b>5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b> <input type="checkbox"/> requise pour la 1ère fois <input type="checkbox"/> requise antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission											
<b>6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>pays d'origine</th> <th>numéro</th> <th>date de dépôt</th> <th>nature de la demande</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>				pays d'origine	numéro	date de dépôt	nature de la demande				
pays d'origine	numéro	date de dépôt	nature de la demande								
<b>7 DIVISIONS</b> antérieures à la présente demande n° date n° date											
<b>8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (nom et qualité du signataire) <b>C. BONNETAT</b> <b>92-1032 (B, MDN, ID)</b>		SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI									

DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

DIVISION ADMINISTRATIVE DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 Paris Cédex 08  
Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

9872601

TITRE DE L'INVENTION :

Dispositif d'émission d'impulsions électromagnétiques et système et  
procédé de test d'éléments à fibres optiques

LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

- 1/ ONERA (Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales)
- 2/ AEROSPATIALE SOCIÉTÉ NATIONALE INDUSTRIELLE

DÉSIGNÉ(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

Bruno DUCHENNE

7, Impasse de la Forge  
31650 SAINT ORENS DE GAMEVILLE

Jacques ISBERT

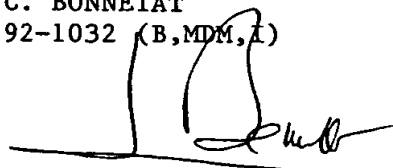
25, Rue Saint Hippolyte  
31100 TOULOUSE

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du/du demandeur/des mandataires

le 8 octobre 1998

C. BONNETAT  
92-1032 (B, MDM, I)





# DOCUMENT COMPORTANT DES MODIFICATIONS

PAGE(S) DE LA DESCRIPTION OU DES REVENDEICATIONS OU PLANCHE(S) DE DESSIN			R.M.*	DATE DE LA CORRESPONDANCE	TAMPON DATEUR DU CORRECTEUR
Modifiée(s)	Supprimée(s)	Ajoutée(s)			
page 17	page 18		X	30 MARS 99	13 AVR. 1999 - J J

Un changement apporté à la rédaction des revendications d'origine, sauf si celui-ci découle des dispositions de l'article R.612-36 du code de la Propriété Intellectuelle, est signalé par la mention «R.M.» (revendications modifiées).

La présente invention concerne un dispositif d'émission d'impulsions électromagnétiques, ainsi qu'un système et un procédé de test d'éléments à fibres optiques.

Ledit dispositif du type comportant :

- 5 – un générateur d'au moins une impulsion électromagnétique, notamment une impulsion lumineuse ; et
- au moins une fibre optique susceptible de transmettre une impulsion électromagnétique engendrée par ledit générateur, en vue de son émission ,

10 est susceptible d'être appliqué plus particulièrement, bien que non exclusivement, à un système de test pour déterminer des paramètres caractéristiques, notamment les pertes d'un élément à fibre optique, en particulier un composant fibré, une liaison fibrée ou un réseau à fibre optique.

Par le brevet US-5 251 002, on connaît un tel système de test,  
15 qui comporte :

- un tel dispositif d'émission ou source optique susceptible d'émettre une impulsion lumineuse ;
- un photorécepteur susceptible de mesurer des caractéristiques optiques d'une impulsion lumineuse émise par ladite source optique et  
20 transmise par un élément à fibre optique ; et
- des moyens d'acquisition, de mémorisation et de traitement de données, qui reçoivent les mesures engendrées par ledit photorécepteur pour ledit élément à fibre optique à tester et pour un élément à fibre optique de référence et qui déterminent à partir de ces mesures les per-  
25 tes dudit élément à fibre optique à tester.

De façon connue, ladite source optique ou ledit dispositif d'émission présente des conditions d'émission, notamment en ce qui concerne l'angle solide d'émission et la surface d'éclairement, qui sont fixes et uniformes.

5           Aussi, ledit système de test connu ne permet de réaliser des tests que pour une configuration déterminée du faisceau lumineux utilisé, tel qu'il est émis par ladite source optique. Ce système de test connu met donc en oeuvre un procédé qui ne mesure que les pertes relatives à une seule impulsion déterminée et émise par ladite source optique.

10           Or, en pratique, la configuration du faisceau lumineux engendré par la source optique n'est pas toujours celle utilisée effectivement dans ledit élément optique à tester. Par conséquent, la fiabilité de ce système de test n'est pas satisfaisante.

15           Pour augmenter la fiabilité, il est nécessaire d'échantillonner convenablement les conditions d'éclairement ou d'émission précitées, qui peuvent varier de 0% à 100% de la surface du coeur pour la surface d'émission, et de 0% à 100% de l'ouverture numérique pour l'angle solide d'émission. Dans les cas rencontrés habituellement, les conditions peuvent varier de 70% à 100%.

20           A cet effet, il est conseillé de prévoir un pas d'échantillonnage de 2% au plus. Ceci suppose donc d'utiliser au moins une quinzaine de sources optiques différentes, dont chacune présente des conditions d'éclairement appropriées, pour obtenir un échantillonnage satisfaisant.

25           Cette solution n'est donc guère satisfaisante, notamment en raison d'un coût et d'une durée de mise en oeuvre élevés et de manipulations importantes.

---

La présente invention a pour objet de remédier à ces inconvénients, et notamment à ceux liés à l'existence de conditions d'émission fixes et uniformes de la source optique.

83

Elle concerne un dispositif d'émission d'impulsions électromagnétiques, susceptible d'émettre des impulsions électromagnétiques présentant des caractéristiques d'étendue géométrique d'émission (angle solide d'émission, surface d'émission) qui sont variables.

5 A cet effet, selon l'invention, ledit dispositif d'émission d'impulsions électromagnétiques comportant :

- un générateur d'au moins une impulsion électromagnétique ; et
- au moins une fibre optique susceptible de transmettre une impulsion électromagnétique engendrée par ledit générateur, en vue de son émission,

10 est remarquable en ce qu'il comporte de plus au moins une cavité optique :

- qui est agencée sur le trajet d'une impulsion électromagnétique incidente transmise par ladite fibre optique ; et
- 15 - qui comporte une entrée munie d'un premier miroir partiellement réfléchissant et une sortie munie d'un second miroir partiellement réfléchissant, lesdits premier et second miroirs étant agencés de manière à créer à la sortie de ladite cavité optique, à partir d'une seule impulsion électromagnétique incidente, un train d'impulsions électromagnétiques,
- 20 dont des caractéristiques d'étendue géométrique sont variables, qui sont émises et associées à ladite impulsion électromagnétique incidente.

Ainsi, grâce à ladite cavité optique, le train d'impulsions émis comporte des impulsions soumises à des nombres variables de réflexions sur lesdits miroirs et parcourant donc dans ladite cavité des distances variables. Or, comme de façon connue les caractéristiques d'étendue géométrique précitées varient en fonction de la distance parcourue, les différentes impulsions dudit train d'impulsions présentent des caractéris-

---

tiques d'étendue géométrique (angle solide d'émission, surface d'émission) variables.

5 Par conséquent, en choisissant des caractéristiques appropriées de ladite cavité optique, et notamment le rapport réflexion/transmission des miroirs partiellement réfléchissants et la distance entre ces derniers, on est en mesure de former une pluralité d'impulsions présentant des caractéristiques d'émission prédéterminées.

10 En particulier, lorsque ledit dispositif d'émission est appliqué à un système de test du type précité, on peut former un train d'impulsions particulier, comprenant les différentes configurations possibles pour les faisceaux lumineux susceptibles d'être transmis par l'élément à tester.

15 Ceci permet de remédier aux inconvénients précités du système de test connu et décrit en particulier dans le brevet US-5 251 002, puisqu'il n'est plus nécessaire de prévoir une pluralité de sources optiques différentes pour réaliser un test global.

Par ailleurs, de façon avantageuse, au moins l'un desdits premier et second miroirs est relié à deux tronçons de la fibre optique :

- dans un premier mode de réalisation, directement par des faces opposées ; et
- 20 - dans un second mode de réalisation, par l'intermédiaire d'un moyen de couplage optique associé.

Dans ce second mode de réalisation, ledit ou chacun desdits moyens de couplage optique comporte avantageusement :

- 25 - dans une première variante de réalisation, deux lentilles reliant optiquement lesdits deux tronçons de la fibre optique, le miroir associé audit moyen de couplage optique étant agencé entre lesdites lentilles ;
- dans une deuxième variante de réalisation, une seule lentille à gradient d'indice à demi-onde, ledit miroir étant agencé sur la face dudit moyen de couplage optique, interne à ladite cavité optique ; et

CB

– dans une troisième variante de réalisation, deux lentilles à gradient d'indice à quart d'onde, reliant optiquement lesdits deux tronçons de la fibre optique, le miroir associé audit moyen de couplage optique étant agencé entre lesdites lentilles.

5 Par ailleurs, de façon avantageuse, le dispositif conforme à l'invention comporte des moyens empêchant un retour vers ledit générateur d'une impulsion engendrée par ce dernier. A cet effet, lesdits moyens comprennent, de préférence, au moins un piège à lumière qui coopère avec le moyen de couplage optique associé audit premier miroir.

10 En outre, avantageusement, ledit générateur est susceptible d'engendrer au moins deux impulsions, de longueurs d'onde différentes, ce qui permet notamment, lors de l'application à un système de test, de mesurer simultanément les pertes à plusieurs longueurs d'onde de fonctionnement de certains types de liaisons, comme par exemple des liaisons de  
15 vidéocommunication fonctionnant à des longueurs d'onde de  $0,85\ \mu\text{m}$  et  $1,3\ \mu\text{m}$ .

La présente invention concerne également un système de test du type précité.

20 Selon l'invention, ledit système de test est remarquable en ce que la source optique de ce système comporte un dispositif d'émission d'impulsions lumineuses, tel que celui mentionné ci-dessus.

En plus des avantages indiqués précédemment, ce système de test conforme à l'invention présente une durée de fonctionnement (ou une durée de vie) plus importante que celui décrit dans le brevet US-5  
25 251 002. En effet, ce dernier système connu qui comporte des commutateurs électro-optiques ne permet qu'un nombre relativement réduit d'utilisations et de plus il est sensible aux conditions d'environnement, ce qui n'est pas le cas du système conforme à l'invention, qui ne comporte pas d'élément mécanique en mouvement.

---

On notera de plus que la fibre optique du dispositif d'émission d'impulsions présente généralement des caractéristiques (diamètre de coeur et ouverture numérique) identiques à celles de l'élément à fibre optique à tester. Ceci permet de faire varier au cours du temps, dans le même sens, la surface d'émission et l'angle solide d'émission, ces deux dernières caractéristiques d'étendue géométrique diminuant pour chacune des impulsions successives.

Toutefois, dans un mode de réalisation particulier, on forme le dispositif d'émission d'impulsions électromagnétiques de sorte que l'une desdites caractéristiques d'étendue géométrique est constante et l'autre variable.

A cet effet, selon l'invention :

- pour obtenir un angle solide d'émission constant, on prévoit une fibre optique présentant le même diamètre de coeur que le diamètre de coeur de l'élément à fibre optique à tester, mais une ouverture numérique qui est supérieure ; et
- pour obtenir une surface d'émission constante, on prévoit une fibre optique présentant la même ouverture numérique, mais un diamètre de coeur supérieur par rapport à l'élément à tester.

Par ailleurs, la présente invention concerne également un procédé de test pour déterminer la valeur d'au moins un paramètre caractéristique, tel que l'atténuation de l'intensité électromagnétique, d'un élément à fibre optique, procédé qui permet notamment de remédier aux inconvénients précités du procédé connu et mis en oeuvre par le système de test décrit dans le brevet US-5 251 002.

Ce procédé connu réalise en effet des mesures, comme indiqué précédemment, pour un seul type d'impulsion. Aussi, lorsqu'on nécessite des informations pour une pluralité d'impulsions différentes, il est nécessaire de mettre en oeuvre ledit procédé connu pour chacune desdites im-

CB

pulsions. De plus, pour pouvoir adapter ou comparer les résultats obtenus alors, il convient de créer pour chacun de ces différents tests les mêmes conditions de mise en oeuvre, ce qui est long, fastidieux et source d'erreurs.

5            Afin de remédier à ces inconvénients, selon l'invention, ledit procédé pour déterminer la valeur d'au moins un paramètre caractéristique d'un élément à fibre optique, procédé selon lequel :

- a) on engendre au moins une impulsion électromagnétique, que l'on injecte dans ledit élément à fibre optique ;
- 10    b) on réalise des mesures relatives à ladite impulsion électromagnétique transmise par ledit élément à fibre optique ; et
- c) on détermine ledit paramètre caractéristique au moins à partir desdites mesures,

est remarquable en ce qu'à l'étape a), on engendre un train d'impulsions  
15 électromagnétiques, dont au moins certaines des impulsions électromagnétiques présentent des valeurs différentes pour au moins une caractéristique optique, notamment une caractéristique d'étendue géométrique d'émission telle que la surface d'émission ou l'angle solide d'émission, et en ce qu'à l'étape c), on détermine la valeur dudit paramètre caractéristique  
20 pour chacune desdites impulsions électromagnétiques différentes dudit train d'impulsions.

Ainsi, grâce à l'invention, on réalise, en une seule mise en oeuvre du procédé, des tests pour une pluralité d'impulsions différentes, ce qui entraîne de nombreux avantages, et notamment une réduction de la durée  
25 et du coût des tests lorsque ceux-ci doivent être réalisés pour une pluralité d'impulsions différentes, ainsi qu'une augmentation de la précision, puisqu'il n'est plus nécessaire d'essayer de recréer des conditions de mise en oeuvre identiques pour une pluralité de tests différents.

---

CB



De façon avantageuse, pour engendrer ledit train d'impulsions :

- on forme à partir d'une impulsion électromagnétique incidente une pluralité d'impulsions ; et
- on fait parcourir auxdites impulsions des distances différentes dans au moins une fibre optique, lesdites impulsions formant à la sortie de la dite fibre optique ledit train d'impulsions.

Ceci est réalisé de préférence en utilisant le dispositif précité et conforme à l'invention.

De plus, avantageusement, ledit paramètre caractéristique représente les pertes dudit élément à fibre optique et, à l'étape b), on réalise des mesures pour ledit élément à fibre optique et pour un élément à fibre optique de référence.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

La figure 1 représente un dispositif conforme à l'invention.

Les figures 2 à 4 représentent respectivement, de façon schématique et non exhaustive, trois modes de réalisation différents d'un dispositif conforme à l'invention.

La figure 5 représente schématiquement un système de test conforme à l'invention d'un élément à fibre optique.

Le dispositif conforme à l'invention 1A, 1B, 1C et 1D, représenté respectivement sur les figures 1 à 4, est destiné à émettre des impulsions électromagnétiques, en l'occurrence des impulsions lumineuses.

Ledit dispositif 1A à 1D est du type comportant :

- un générateur 2, par exemple une diode électroluminescente, une diode laser ou une diode superluminescente, susceptible d'engendrer une impulsion lumineuse ; et

- une fibre optique F reliée au générateur 2 et susceptible de transmettre une impulsion lumineuse engendrée par ledit générateur 2, en vue de son émission.

5 Les caractéristiques d'étendue géométrique d'émission de ce générateur 2 sont, de façon connue, fixes et uniformes en ce qui concerne l'angle solide d'émission et la surface d'émission.

Selon l'invention, pour obtenir des caractéristiques d'étendue géométrique variables, ledit dispositif 1A à 1D comporte, de plus, une cavité optique 3A à 3D.

10 Chacune desdites cavités optiques 3A à 3D comprend :

- un premier miroir, respectivement M1A, M1B, M1C et M1D, du type partiellement réfléchissant, qui est agencé entre deux tronçons F1 et F2 de la fibre optique F, ledit tronçon F1 étant relié au générateur 2 de façon connue ;
- 15 – un second miroir, respectivement M2A, M2B, M2C et M2D, pouvant être de même type que ledit premier miroir, qui est agencé entre le tronçon F2 et un tronçon F3 de la fibre optique F ; et
- ledit tronçon F2 qui permet de relier ensemble lesdits premier et second miroirs.

20 Ainsi, une impulsion lumineuse qui est engendrée par le générateur 2 et pénètre dans la cavité optique 3A à 3D est partiellement transmise par le miroir M2A à M2D et partiellement réfléchi par ce dernier, la partie réfléchi étant ensuite également partiellement réfléchi par le miroir M1A à M1D de manière à revenir vers ledit miroir M2A à M2D où elle  
25 est de nouveau partiellement réfléchi et partiellement transmise, et ainsi de suite, ce qui permet de produire à la sortie de la cavité optique 3A à 3D un train d'impulsions décalées temporellement.

---

Chacune desdites impulsions a donc parcouru un trajet de longueur différente dans le tronçon F2.

13

Or, la théorie [S.D Personick, Bell Syst Tech J. 50, 843, (1971)] confirmée par l'expérimentation démontre que les conditions de propagation d'une onde lumineuse dans une fibre optique varient en fonction de la longueur de la fibre, en l'occurrence du tronçon F2. Cette variation (élargissement temporel de l'impulsion injectée ou variation de l'étendue géométrique : diamètre de coeur et ouverture numérique liée à l'angle solide) est une variation en fonction de la longueur jusqu'à une longueur de fibre définie comme longueur d'équilibre modal, et au-delà la variation de l'élargissement de l'impulsion est fonction de la racine carrée de la longueur et l'étendue géométrique est constante. Cet état d'équilibre modal est atteint lorsque la lumière mélangée dans un mode est compensée statistiquement par la lumière qui s'en échappe.

Par conséquent, les différentes impulsions du train d'impulsions, émis par le dispositif 1A à 1D, présentent des caractéristiques d'étendue géométrique d'émission variables.

Ainsi, par un choix approprié de la cavité optique 3A à 3D, notamment en ce qui concerne la longueur du tronçon F2 et le rapport de transmission/réflexion desdits premier et second miroirs, on est en mesure de définir précisément les caractéristiques d'étendue géométrique des différentes impulsions émises et ainsi d'obtenir, grâce à l'invention, à partir d'une seule impulsion engendrée par le générateur 2, un train d'impulsions variables et précisément définies.

On notera que la génération par une cavité optique de longueur  $\ell$ , à partir d'une impulsion injectée, d'un train d'impulsions, permet d'obtenir, pour l'impulsion de sortie de rang N, l'équivalent de propagation (dispersion modale, chromatique, évolution de l'étendue géométrique) dans une fibre de longueur  $\ell (2N-1)$ .

A titre d'exemple, le dispositif 1A à 1D conforme à l'invention permet d'émettre un train d'impulsions engendrant une quinzaine de ca-

ractéristiques d'émission différentes, comprises entre les limites suivantes :

- 70% à 100% de l'ouverture numérique d'une fibre optique éclairée ; et
- 70% à 100% du diamètre de coeur de ladite fibre optique éclairée.

5 Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 1, les miroirs M1A et M2A comportent chacun une couche de matériau partiellement réfléchissant qui est déposé directement sur un tronçon de la fibre optique F et les tronçons adjacents sont collés l'un contre l'autre, tandis que dans les modes de réalisation des figures 2 à 4, les miroirs M1B, M2B, 10 M1C, M2C, M1D et M2D sont associés respectivement à des moyens de couplage optique C1B, C2B, C1C, C2C, C1D et C2D précisés ci-dessous.

Comme on peut le voir sur la figure 2, les moyens de couplage C1B et C2B comportent chacun deux lentilles 4, 5 et 6, 7, par exemple des lentilles sphériques ou asphériques, entre lesquelles est agencé le miroir M1B, M2B correspondant. 15

De plus, la lentille 4 est reliée au tronçon F1, les lentilles 5 et 7 au tronçon F2 et la lentille 6 au tronçon F3, de manière connue.

En outre, les moyens de couplage optique C1C et C2C comportent chacun deux lentilles 8, 9 et 10, 11 du type à gradient d'indice, à quart d'onde, reliées aux tronçons F1 à F3 de la fibre optique F et entre lesquelles est agencé le miroir M1C, M2C correspondant, comme représenté sur la figure 3. 20

Quant aux moyens de couplage optique C1D et C2D montrés sur la figure 4, ils comportent chacun une lentille 12, 13 du type à gradient d'indice à demi-onde, et les miroirs M1D et M2D correspondants sont agencés sur les faces 14 et 15 desdits moyens de couplage optique C1D et C2D, qui sont internes à la cavité optique 3D. 25

De plus, ledit moyen C1D comporte un piège à lumière 16 destiné à éliminer la lumière qui est réfléchiée par le miroir M1D et donc à empê-

CB

cher un retour vers le générateur 2 d'une impulsion émise par ce dernier ou d'une partie de cette impulsion. Bien entendu, un tel piège à lumière peut être prévu sur les différents modes de réalisation possibles.

En outre, on notera que, selon l'invention :

- 5      – les techniques d'alignement et de montage entre les tronçons de fibre optique et les moyens de couplage peuvent être de tout type connu ;
- le dépôt des couches réfléchissantes des miroirs peut être effectué soit sur les deux extrémités de la fibre F2 de la cavité optique, soit sur les moyens de couplage ;
- 10     – la longueur de la fibre optique F2 de la cavité optique peut être choisie dans une large plage de valeurs. A titre d'exemple, cette longueur peut être égale à 50 mètres ;
- le dispositif 1A à 1D s'applique à tout type de fibre optique F multi-mode, quel que soit son diamètre de coeur et de gaine, et quel que soit
- 15     le matériau utilisé pour sa réalisation (silice, silicone, polymère) ; et
- ledit dispositif 1A à 1D ne comprend pas d'élément mécanique en mouvement, source de panne.

On notera de plus que de très nombreuses applications du dispositif 1A à 1D précité sont possibles, notamment pour réaliser des mesures, et en particulier pour mesurer différents paramètres caractéristiques tels que :

- 20     – l'atténuation de composants ou de harnais à fibres optiques ou de réseaux fibrés multimode ;
  - la fonction de transfert modal de composants ou de harnais à fibres
  - 25     optiques ;
  - le taux d'erreur d'une liaison à fibre optique ; ou
  - la bande passante d'une fibre optique multimode.
- 

B

A cet effet, la présente invention concerne également un procédé pour mesurer un tel paramètre caractéristique d'un élément à fibre optique, et notamment les pertes de ce dernier.

Plus précisément, elle concerne un procédé selon lequel :

- 5 a) on engendre au moins une impulsion électromagnétique, notamment lumineuse, que l'on émet dans ledit élément à fibre optique ;
- b) on réalise des mesures relatives à ladite impulsion électromagnétique transmise par ledit élément à fibre optique ; et
- 10 c) on détermine ledit paramètre caractéristique au moins à partir desdites mesures.

Selon l'invention, à l'étape a), on engendre un train d'impulsions électromagnétiques, dont au moins certaines des impulsions électromagnétiques présentent des valeurs différentes pour au moins une caractéristique optique, notamment une caractéristique d'étendue géométrique

15 d'émission, et, à l'étape c), on détermine la valeur dudit paramètre caractéristique pour chacune desdites impulsions électromagnétiques différentes dudit train d'impulsions.

Sur la figure 5, on a représenté un système de test 18 conforme à l'invention, qui permet de mettre en oeuvre le procédé précité et qui est

20 destiné à déterminer les pertes d'un élément 19 à fibre optique, par exemple un composant fibré, une liaison fibrée ou un réseau à fibre optique.

A cet effet, ledit système 18 comporte selon l'invention :

- 25 - un dispositif d'émission d'impulsions lumineuses tel que précité, conforme à l'invention et correspondant en l'occurrence, à titre d'exemple, à celui du mode de réalisation 1D de la figure 4 ;
- un photorécepteur 20, de type connu, par exemple une photodiode PIN ou une photodiode APD, susceptible de mesurer des caractéristiques telles que l'intensité d'une impulsion lumineuse qui est émise par ledit

OB

dispositif 1D et qui est transmise par un élément 19 ou 21 à fibre optique ;

- des moyens 22, par exemple une mémoire, reliés par une liaison électrique 23 au photorécepteur 20 et destinés à enregistrer les mesures réalisées par ledit photorécepteur 20 ; et
- des moyens 24 reliés respectivement par des liaisons électriques 25 et 26 au générateur 2 et aux moyens 22 et déterminant à partir des mesures reçues et effectuées par le photorécepteur 20, d'une part pour ledit élément 19 à tester, et, d'autre part, pour un élément de référence 21, par exemple une simple fibre optique de courte longueur, les pertes dudit élément 19.

Les résultats des tests ainsi réalisés peuvent être affichés par des moyens 27 reliés par l'intermédiaire d'une liaison électrique 28 auxdits moyens 24.

Pour réaliser les mesures, les éléments 19 et 21 peuvent être reliés au tronçon F3 et à un tronçon F4 (solidaire du photorécepteur 20) de la fibre optique, par l'intermédiaire de moyens E1, E2 connus, coopérant ensemble et formant par exemple une embase universelle.

Le tronçon F3 et l'élément 19 présentent le même diamètre de coeur et la même ouverture numérique. Toutefois, dans le cadre de la présente invention, l'une de ces caractéristiques peut également être différente d'un élément à l'autre, pour obtenir simultanément une caractéristique d'étendue géométrique (la surface d'émission par exemple) constante et une caractéristique d'étendue géométrique (l'angle solide d'émission par exemple) variable.

B

## REVENDEICATIONS

1. Dispositif d'émission d'impulsions électromagnétiques comportant :

- un générateur (2) d'au moins une impulsion électromagnétique ; et
- 5 – au moins une fibre optique (F) susceptible de transmettre une impulsion électromagnétique engendrée par ledit générateur (2), en vue de son émission,

caractérisé en ce qu'il comporte de plus au moins une cavité optique (3A, 3B, 3C, 3D) :

- 10 – qui est agencée sur le trajet d'une impulsion électromagnétique incidente transmise par ladite fibre optique (F) ; et
- qui comporte une entrée munie d'un premier miroir (M1A, M1B, M1C, M1D) partiellement réfléchissant et une sortie munie d'un second miroir (M2A, M2B, M2C, M2D) partiellement réfléchissant, lesdits premier et
- 15 second miroirs étant agencés de manière à créer à la sortie de ladite cavité optique (3A, 3B, 3C, 3D), à partir d'une seule impulsion électromagnétique incidente, un train d'impulsions électromagnétiques émises, dont des caractéristiques d'étendue géométrique sont variables, et associées à ladite impulsion électromagnétique incidente.

20 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins l'un desdits premier et second miroirs (M1A, M2A) est relié directement par des faces opposées à deux tronçons (F1, F2, F3) de ladite fibre optique (F).

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins l'un desdits premier et second miroirs (M1B, M2B, M1C, M2C, M1D, M2D) est relié, par l'intermédiaire d'un moyen de couplage optique (C1B, C2B, C1C, C2C, C1D, C2D) associé, à

---

25 deux tronçons (F1, F2, F3) de ladite fibre optique (F).

13



4. Dispositif selon la revendication 3,

caractérisé en ce que ledit moyen de couplage optique (C1B, C2B) comporte deux lentilles (4 à 7) reliant optiquement lesdits deux tronçons (F1, F2, F3) de la fibre optique (F), le miroir (M1B, M2B) associé audit moyen de couplage optique (C1B, C2B) étant agencé entre lesdites lentilles (4 à 7).

5. Dispositif selon la revendication 3,

caractérisé en ce que ledit moyen de couplage optique comporte au moins une lentille (8 à 13) à gradient d'indice.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (16) empêchant un retour vers ledit générateur (2) d'une impulsion électromagnétique engendrée par ce dernier.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que ledit générateur (2) est susceptible d'engendrer au moins deux impulsions, de longueurs d'onde différentes.

8. Système de test pour déterminer les pertes d'un élément à fibre

optique, ledit système comportant :

- une source optique (1D) susceptible d'émettre au moins une impulsion électromagnétique ;
- un photorécepteur (20) susceptible de mesurer des caractéristiques d'une impulsion électromagnétique émise par ladite source optique (1D) et transmise par un élément à fibre optique (19, 21) ; et
- des moyens (22, 24) d'acquisition, de mémorisation et de traitement de données qui reçoivent les mesures engendrées par ledit photorécepteur (20) pour ledit élément (19) à fibre optique à tester et pour un

OS

élément (21) à fibre optique de référence et qui déterminent, à partir de ces mesures, les pertes dudit élément (19) à fibre optique à tester, caractérisé en ce que ladite source optique comporte le dispositif (1D) spécifié sous l'une quelconque des revendications 1 à 7.

5           9. Système de test selon la revendication 8, caractérisé en ce que la fibre optique (F) du dispositif (1D) d'émission d'impulsions électromagnétiques présente au moins deux caractéristiques, le diamètre de coeur et l'ouverture numérique, qui sont prédéterminées, et en ce qu'au moins l'une desdites caractéristiques de ladite fibre opti-  
10 que (F) est identique à celle de l'élément (19) à fibre optique à tester.

10           10. Procédé pour déterminer la valeur d'au moins un paramètre caractéristique d'un élément à fibre optique, procédé selon lequel :

- a) on engendre au moins une impulsion électromagnétique, que l'on émet dans ledit élément (19) à fibre optique ;
- 15 b) on réalise des mesures relatives à ladite impulsion électromagnétique transmise par ledit élément (19) à fibre optique ; et
- c) on détermine ledit paramètre caractéristique au moins à partir desdites mesures,

20 caractérisé en ce qu'à l'étape a), on engendre un train d'impulsions électromagnétiques, dont au moins certaines des impulsions électromagnétiques présentent des valeurs différentes pour au moins une caractéristique optique, et en ce qu'à l'étape c), on détermine la valeur dudit paramètre caractéristique pour chacune desdites impulsions électromagnétiques différentes dudit train d'impulsions.

25           11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que, pour engendrer ledit train d'impulsions :  
– on forme à partir d'une impulsion électromagnétique incidente une pluralité d'impulsions ; et

---

CB

- on fait parcourir auxdites impulsions des distances différentes dans au moins une fibre optique (F), lesdites impulsions formant à la sortie de ladite fibre optique (F) ledit train d'impulsions.

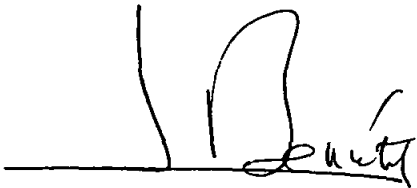
Par Procuration

1/ ONERA (Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales)

2/ AEROSPATIALE SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE

MANDATAIRE :  
CABINET BONNETAT

Description sur 18 pages  
sans mot rayé ou ajouté.

A handwritten signature in dark ink, appearing to be 'J. Bonnetat', is written over a horizontal line.

élément (21) à fibre optique de référence et qui déterminent, à partir de ces mesures, les pertes dudit élément (19) à fibre optique à tester, caractérisé en ce que ladite source optique comporte le dispositif (1D) spécifié sous l'une quelconque des revendications 1 à 7.

5           9. Système de test selon la revendication 8, caractérisé en ce que la fibre optique (F) du dispositif (1D) d'émission d'impulsions électromagnétiques présente au moins deux caractéristiques, le diamètre de coeur et l'ouverture numérique, qui sont prédéterminées, et en ce qu'au moins l'une desdites caractéristiques de ladite fibre optique (F) est identique à celle de l'élément (19) à fibre optique à tester.

10           10. Utilisation du dispositif spécifié sous l'une quelconque des revendications 1 à 7, pour déterminer la valeur d'au moins un paramètre caractéristique d'un élément à fibre optique, utilisation selon laquelle :

- 15           a) on engendre au moins une impulsion électromagnétique, que l'on émet dans ledit élément (19) à fibre optique ;
- b) on réalise des mesures relatives à ladite impulsion électromagnétique transmise par ledit élément (19) à fibre optique ; et
- c) on détermine ledit paramètre caractéristique au moins à partir desdites mesures,
- 20           caractérisée en ce qu'à l'étape a), on engendre au moyen dudit dispositif un train d'impulsions électromagnétiques, dont au moins certaines des impulsions électromagnétiques présentent des valeurs différentes pour au moins une caractéristique optique, et en ce qu'à l'étape c), on détermine la valeur dudit paramètre caractéristique pour chacune desdites impulsions électromagnétiques différentes dudit train d'impulsions.
- 25
-

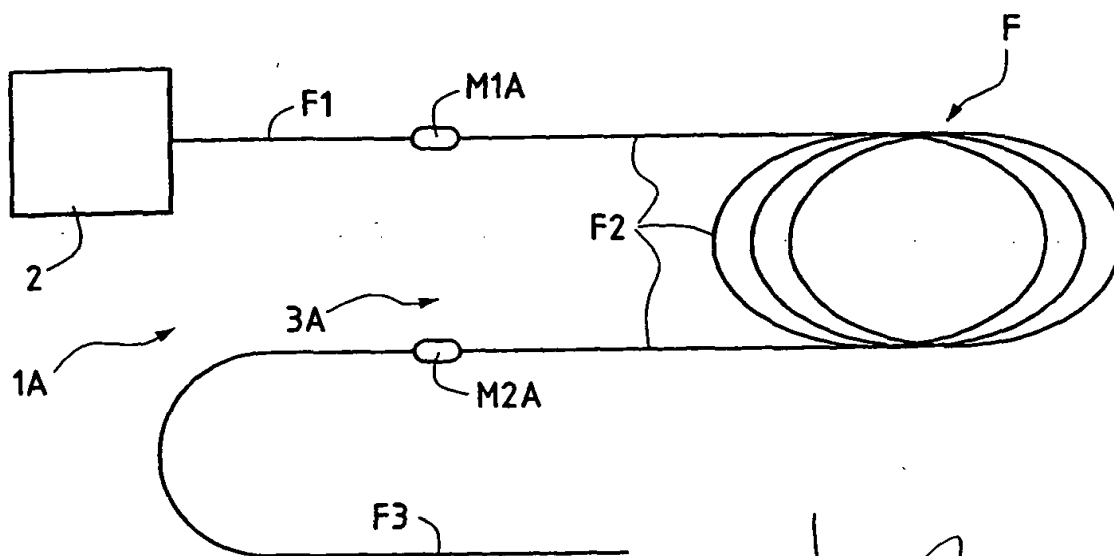


FIG. 1

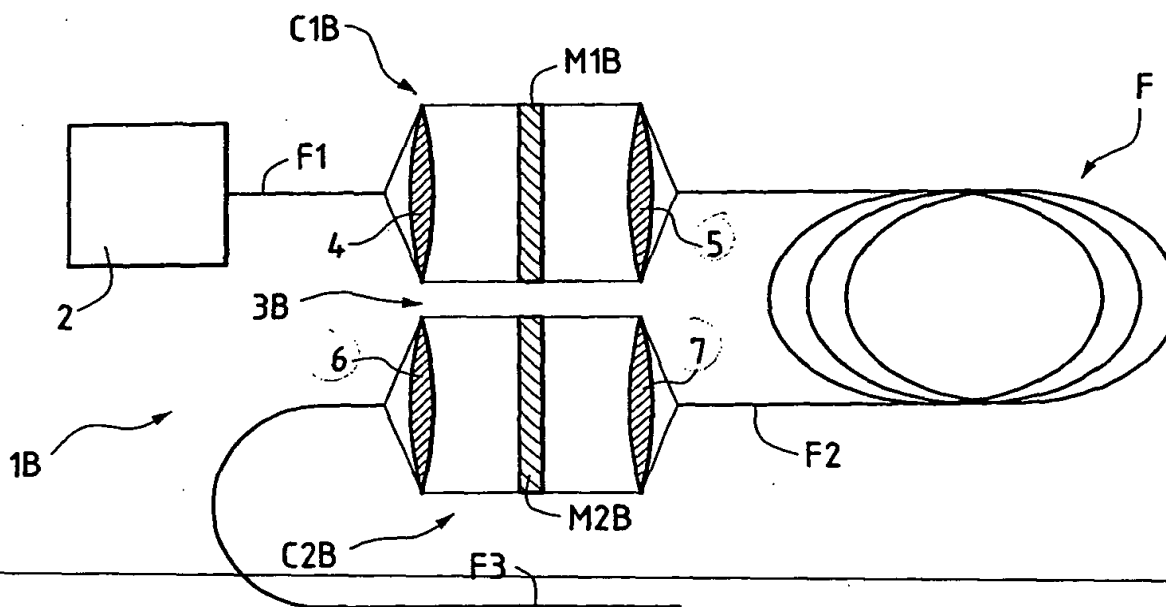


FIG. 2

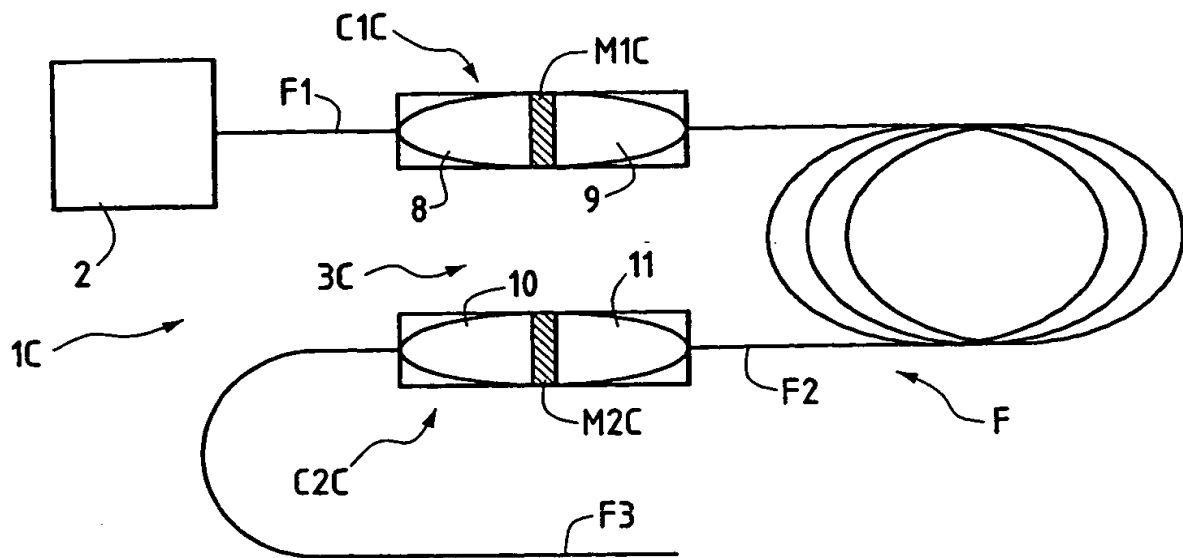


FIG.3

*[Handwritten signature]*

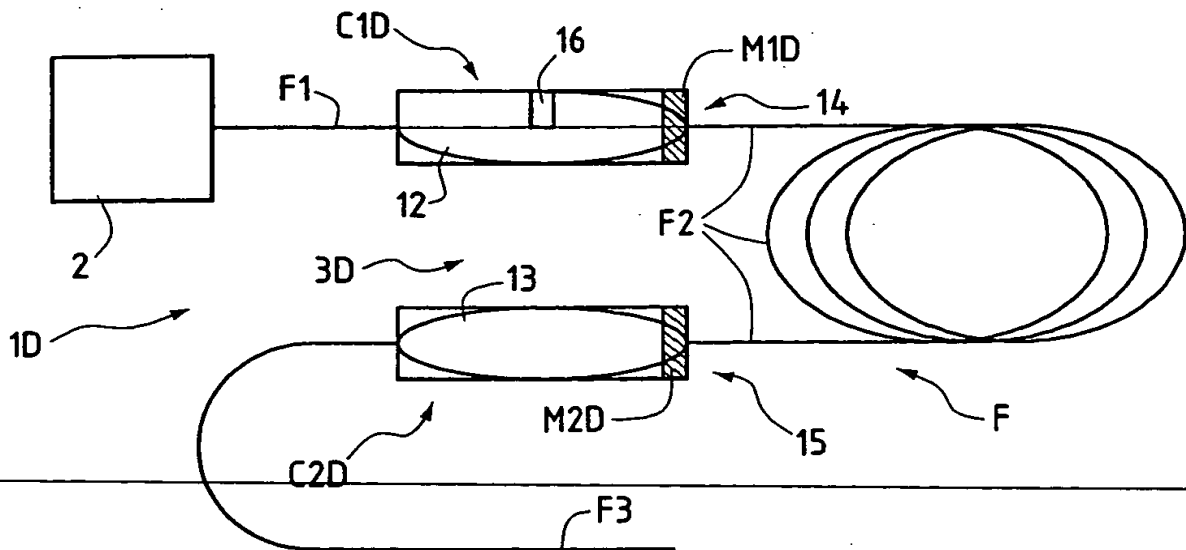


FIG.4

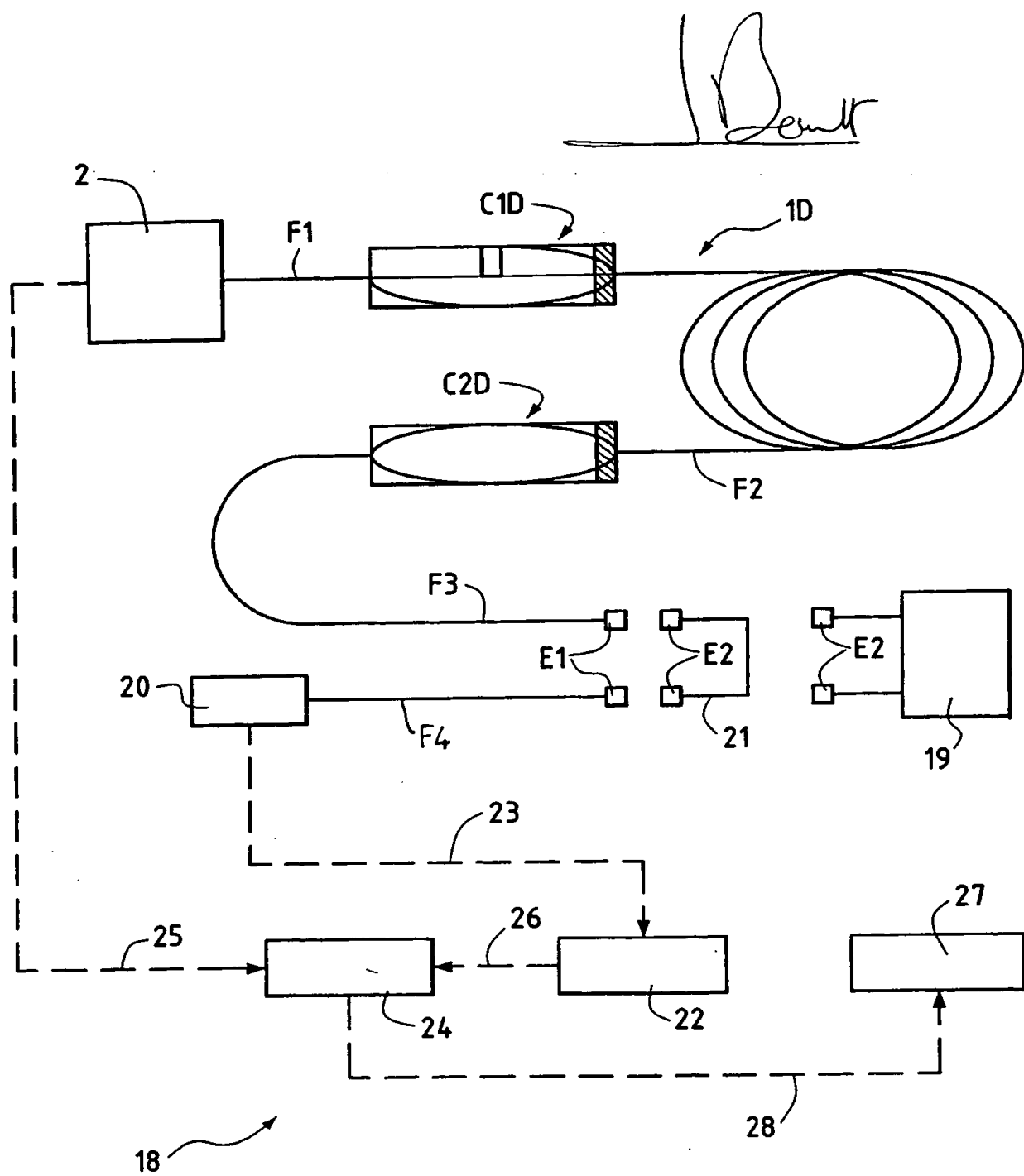


FIG.5



(

---